

6G無線通信を成功に導く10大要素



eGuide | Version 01.00

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



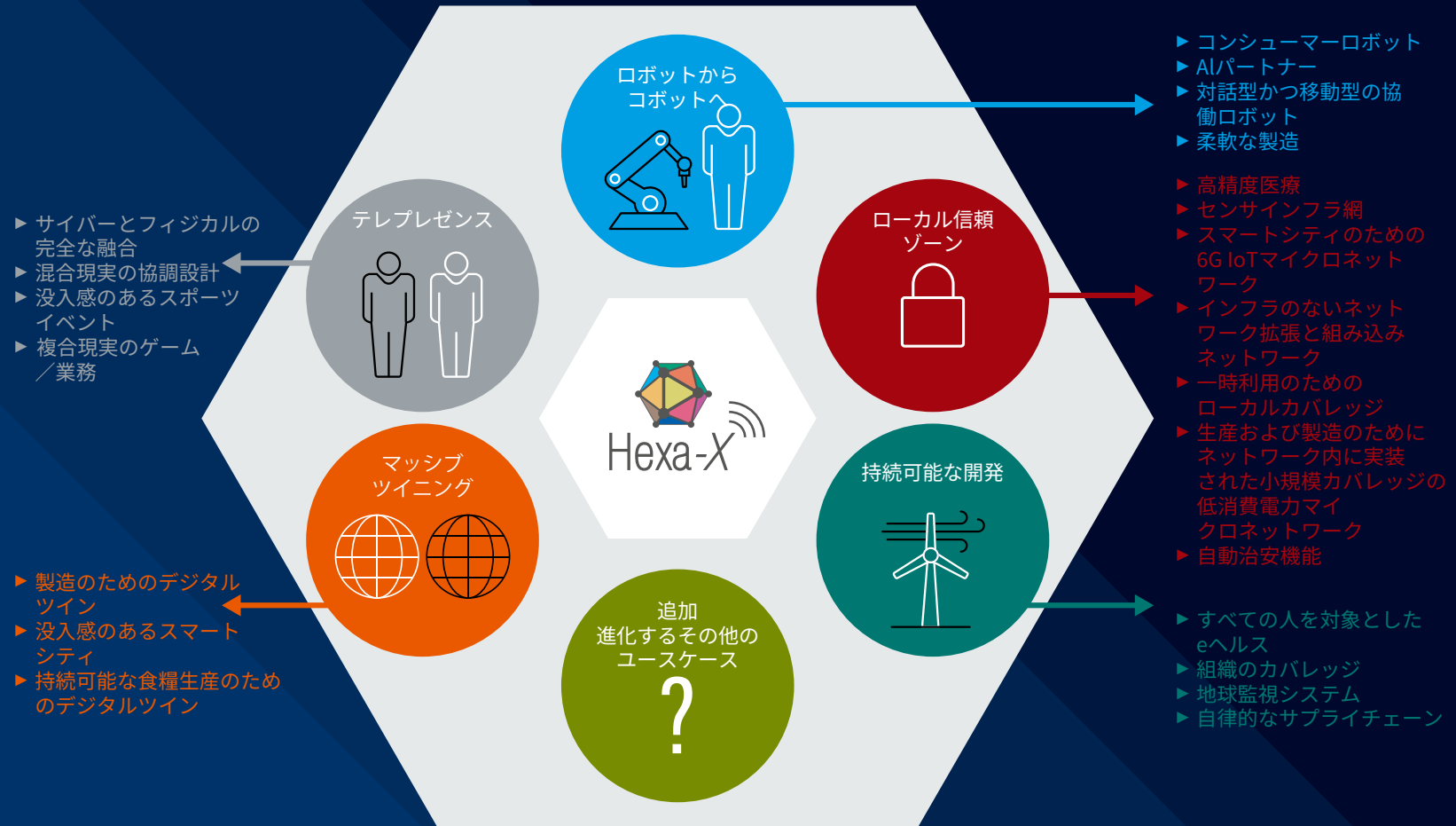
無線通信の未来はすでに始まっています。

現在の現実、いわゆる現実世界の観点からすると、6Gのユースケースは多くの人々にとって空想の世界のように見えるかもしれません。仮想現実、混合現実、および拡張現実のすべてを包括するエクステンデッドリアリティ(XR)は、現実世界と仮想世界の境界を曖昧にする体験空間を作り出します。

シームレスな統合

6Gは、他の単なる無線ネットワークではありません。6Gが目指すのは、無線通信、センサテクノロジー、およびクラウドコンピューティングをさらに進化させてシームレスに統合することです。

6Gのユースケースとアプリケーション



出典:『Targets and requirements for 6G - initial end-to-end (E2E) architecture』
(https://hexa-x.eu/wp-content/uploads/2022/03/Hexa-X_D1.3.pdf)

新しく魅力的なこれらすべてのアプリケーションとユースケースを実現するために、6Gネットワークは現在の4G LTEや5G New Radioネットワークと比較して、すべての分野で効率を大幅に向上させる必要があります。この目標を達成するために不可欠なテクノロジーコンポーネントは、THz通信、通信電波を用いたセンシング、人工知能および機械学習、再構成可能なインテリジェントサーフェス、フォトニクス、可視光通信です。

これらの革新的なコンセプト以外に、6G規格に組み込まれる可能性のあるものとして、進化の段階にある一部のテクノロジーコンポーネントが議論されています。通常、無線通信では、奇数世代から偶数世代に移行する際、複数のアクセス方式と波形が進化します。2Gでは、アナログ通信からデジタル通信への切り替えが業界で行われました。3GではCDMAベースのテクノロジーが主流でしたが、4G LTEではアクセス方式としてOFDMが導入されました。世代交代時には、新しいチャネルコード化原理が導入されました。2Gではコンボリューションコード、3Gと4Gではターボコード、5GではポーラーコードとLDPCコードです。

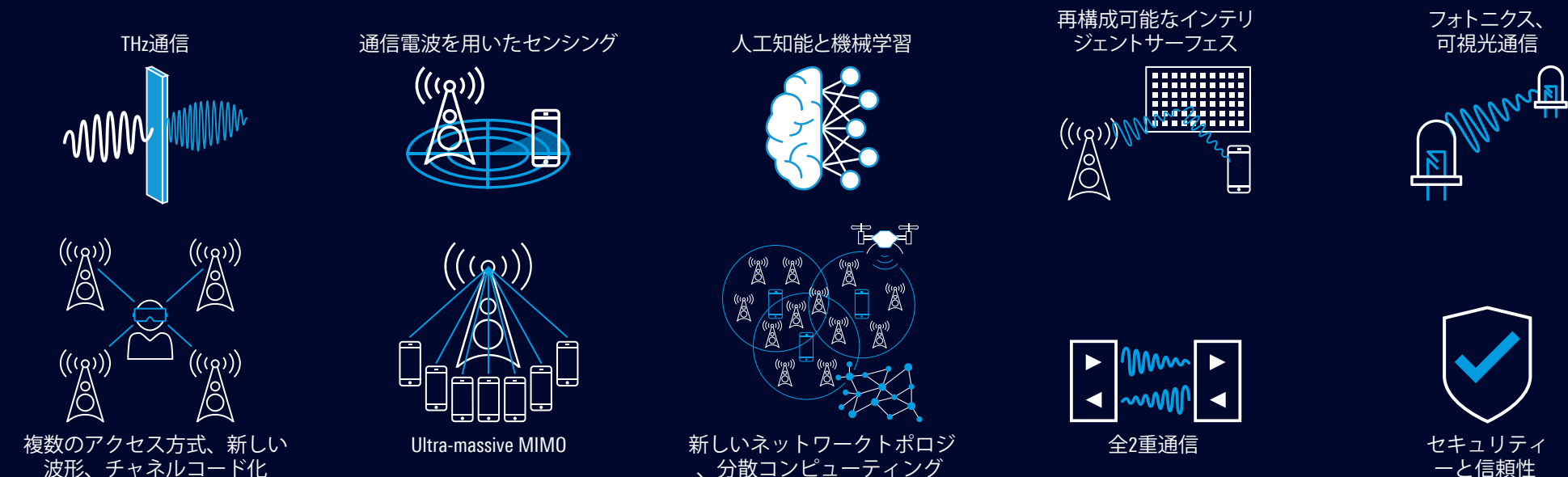
THzは、5Gでサポートされておらず、6Gでサポートされる唯一の新しい周波数レイヤーです。無線業界も、7~24 GHzの周波数レンジを6Gの候補として認定しています。サブ8 GHzに使用されるものと同じ開口サイズに、より多くのアンテナエレメントが配置されるため、Massive MIMOの代わりにUltra-Massive MIMOが使用されます。

6Gへの歩みは5Gから始まり、サービススペースの最適化ネットワークトポロジと3次元の統合アーキテクチャーへと進みます。その過程でさまざまなネットワークバリエーションを密接に統合し、最終的には「ネットワークのネットワーク」を作り上げます。

全2重通信は、スペクトラム効率を2倍にする一方で、自己干渉に起因する高コストと課題が常に付きまといました。高度な機械学習技法を基盤とする6Gは、全2重通信を適用する初の無線規格になる可能性があります。

ローデ・シュワルツは、デジタル無線通信時代の幕開けから電子計測器のトップメーカーとして市場に製品を提供してきました。これからも、ローデ・シュワルツは第6世代無線通信のビジョンの実現に貢献するパートナーとして業界を支えて続けていきます。

6Gのテクノロジーコンポーネント



次世代の無線通信を創出 する10大テクノロジーコン ポーネントを詳しく解説！

6Gで使用される周波数は？

▶ [6ページ](#)

6Gは通信電波を用いたセンシング(JCAS)機能の恩恵を受けることができるか？

▶ [8ページ](#)

6Gは人工知能と機械学習をどのように活用するか？

▶ [10ページ](#)

再構成可能なインテリジェントサーフェス(RIS) – 単なるサイエンスフィクションを超えるか？

▶ [12ページ](#)

6G – そこに光はあるか？

▶ [14ページ](#)

速くて広いだけか？

▶ [16ページ](#)

Massive MIMOに「ultra (超)」が付加されるのはなぜか？

▶ [18ページ](#)

6Gはネットワークの最終形になるか？

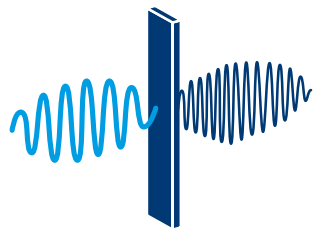
▶ [20ページ](#)

6Gでは送受信を同時に行うことができるか？

▶ [22ページ](#)

セキュリティと信頼性：機密情報は安全か？

▶ [24ページ](#)



6Gで使用する周波数は？

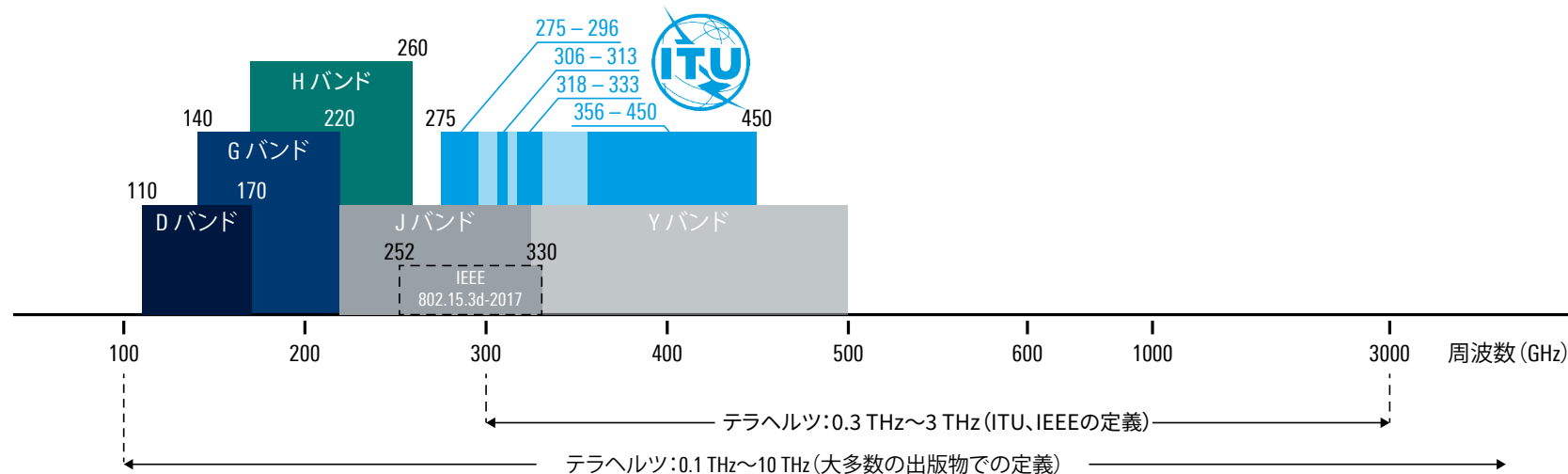
最大1 Tbpsのピークデータレートをサポートするために、6Gははるかに広い帯域幅を必要とします。しかしこれらの帯域幅は、サブTHzとTHzの周波数レンジでのみ使用できます。つまり、6Gがサポートする周波数は100 GHz以上のみでしょうか？

答えはノーです。5Gがミリ波周波数（最大71 GHz）をサポートした最初の世代であるように、6GはTHz周波数をサポートする最初の世代です。さらに、6Gは、FR1とFR2の間の周波数、つまり業界で非公式にFR3と呼ばれている7.125 GHz ~ 24.25 GHzのサポートも目指しています。しかし、この部分の電磁波スペクトラムには、衛星通信やレーダーなどの他のサービスによって使用中の重要な周波数が含まれています。無線通信でこれらの周波数を利用するには、事前に世界的規模で多くの規制業務が必要なため、これらの周波数バンドが使用可能になるかどうかは、現時点では明確ではありません。

THzについて言えば、330 GHzまでの周波数は、現在学術研究が行われていますが、無線業界の重要な関係者が最初に注目したのはDバンド（110 GHz ~ 170 GHz）です。とはいえ、将来の6G規格は、ミリ波と従来のサブ8 GHz周波数バンドを含め、現在のモバイルネットワークがサポートするすべての関係周波数を運用の対象とします。

それでもなお、THz周波数レイヤーの追加には、非常に大きな課題を伴います。現在、モバイル業界で行われるほぼすべてのRFおよびベースバンド設計は、主要な半導体テクノロジーであるCMOSに依存しています。しかし、THz周波数で予想されるリンクバジェットを満たすのに十分な出力パワーを生み出すことは、現状のテクノロジーでは困難です。フォトリソなどの他のテクノロジーやアプローチによって、これらをはじめとする要件は満たされるかもしれませんが、コスト、小型化、統合、拡張性に関する別の課題が生まれる可能性があります。そのため、これらの関連課題を克服する方法が、現在の6G研究の重要なテーマとなっています。

6Gの初期の研究で注目されたTHz周波数レンジと周波数バンドの定義



THz周波数のテストに必要なものは？



R&S®ZNA ベクトル・ネットワーク・アナライザ

R&S®ZNA ベクトル・ネットワーク・アナライザをR&S®ZC170 周波数コンバーターに接続すると、Dバンド(110 GHz～170 GHz)をサポートするRFコンポーネントのSパラメータ測定が可能になります。



R&S®FE170STおよびR&S®FE170SR 外部フロントエンド

R&S®FE170ST 外部TXフロントエンドまたはR&S®FE170SR 外部RXフロントエンドを使用すると、Dバンドの変調信号測定が可能になり、(サブ)THz周波数バンドをサポートするRFフロントエンドの特性評価を行うことができます。



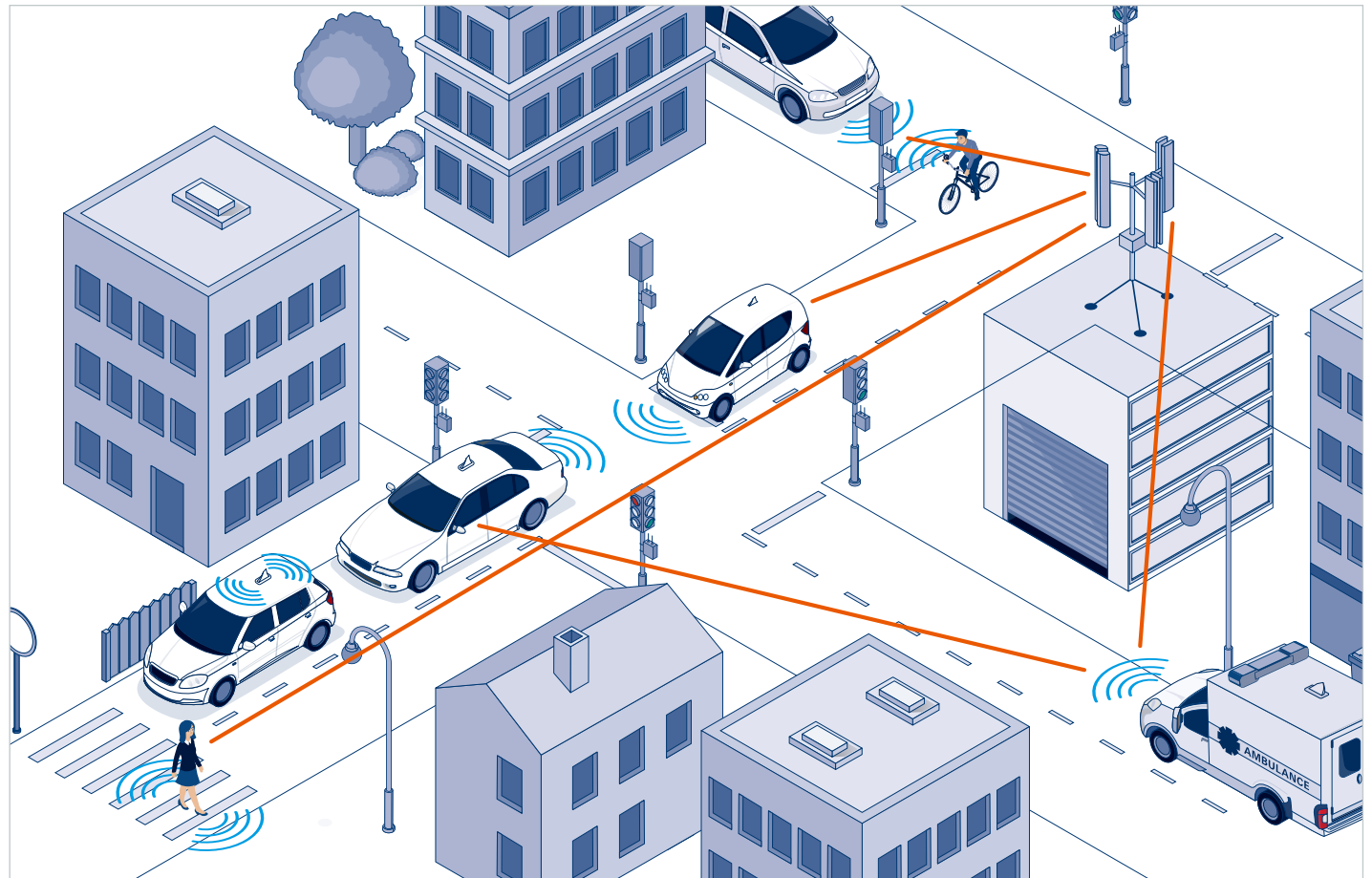
6Gは通信電波を用いたセンシング(JCAS)機能の恩恵を受けることができるか？

無線通信システムに感覚、つまりセンシング機能を追加することは、新しいユースケースを実現する重要な要素と考えられています。

6Gで導入される中心的機能は、モバイル通信とモバイルセンシングのジョイントサポートです。現在、移動ロボットとXRアプリケーションは、レーダー、スペクトロスコーピー、位置特定などのセンサを使用して、周囲環境を3次元で記録します。別の例としては、すでに定着したタッチスクリーン操作の進化形である、スマートフォンのジェスチャー制御が挙げられます。同時に、セルラーネットワーク上でこれらのデバイス間の通信が行われます。

セルラーシステムが5Gでミリ波バンドに進化し、6GではサブTHzバンドへの進化が見込まれる中で、より広い帯域幅が使用可能になり、モバイルネットワークをセンシングに活用する、前例のない機会が訪れると考えられます。また、センシング機能は、物理世界の真のデジタルツインを作り出す6Gのビジョンもサポートします。通信とセンシングの両方の要件を満たす波形を設計することが、引き続き課題となります。

通信電波を用いたセンシングの原理



JCASのテストに必要なものは？

一般的なテストセットアップでは、送信信号のEVM測定や、BLERとデータスループットに関連するレーザー性能を測定するために必要な信号を注入する可能性といった、通信のKPIにアクセスする機能が必要です。同時に、センシング性能を測定するために、オブジェクトのエミュレーションが必要です。これらの両機能を組み合わせたセットアップを以下に示します。

R&S®SMW200A ベクトル信号発生器

最大67 GHzの周波数レンジ (外部フロントエンドを追加してさらに高い周波数も可能) での柔軟な信号生成という要件においては、他の追随を許しません。

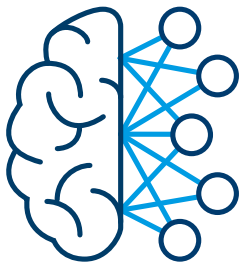
R&S®FSW シグナル・スペクトラム・アナライザ

最大周波数90 GHz、内部解析帯域幅最大8.3 GHz、他に類を見ない低位相雑音を特長とし、レーダーアプリケーションなどで使用される高性能発振器の開発に役立ちます。

R&S®AREG800A レーダーエコー発生器

レーダーセンサのテストに適した革新的な汎用ソリューション。きわめて高度なレーダーエコー生成アプリケーションのテスト要件を満たします。





6Gは人工知能と機械学習をどのように活用するか？

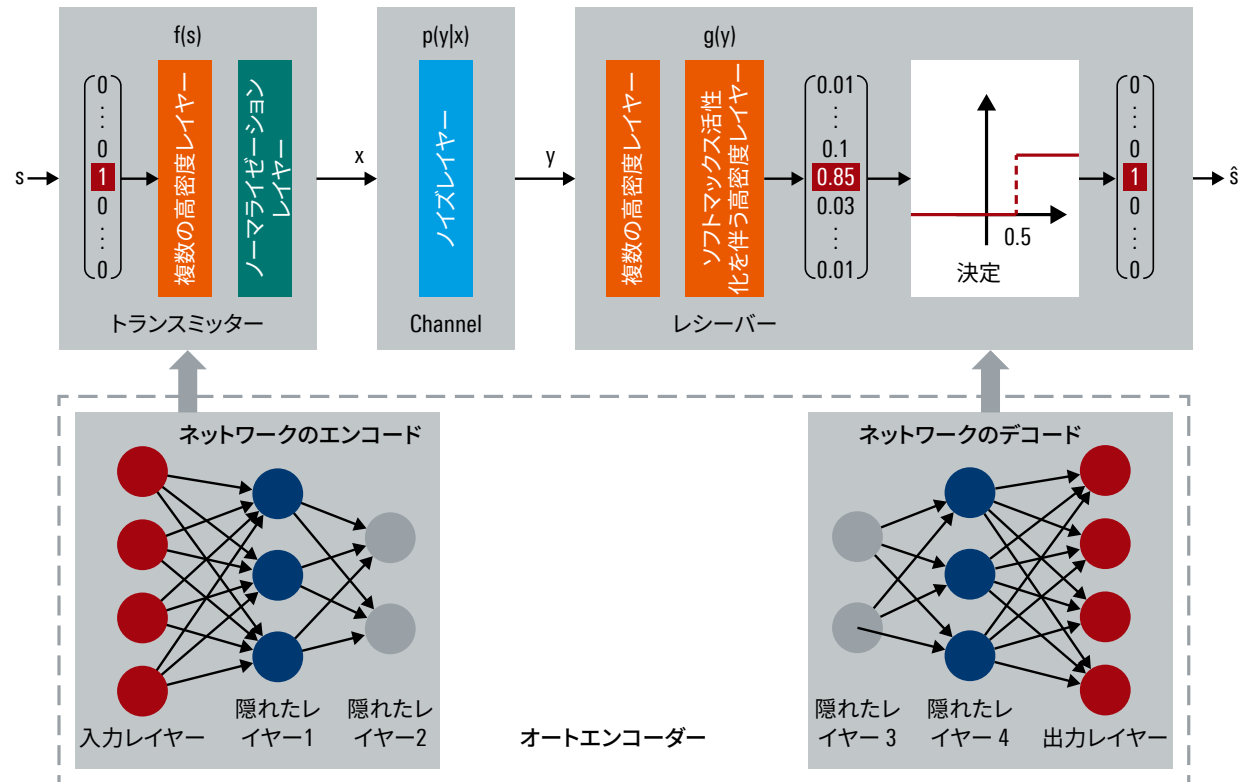
人工知能 (AI) は知識を獲得して適用する能力であり、機械学習 (ML) は知識やスキルを獲得する手法です。

通信リンクをE2Eで学習するオートエンコーダー

人工知能は、機械学習という形で、画像認識や動画認識だけでなく、自然言語処理の分野にも大きな成功をもたらしてきました。6Gの研究者は、信号処理に機械学習を適用することを提唱しています。例えば、チェーン内の個別または複数のブロックを、チャネル予測とイコライゼーションが可能なトレーニング済みのモデルに置き換える方法です。最終目標は、全体的な通信システムモデルを学習し、特定のタイプのニューラルネットワーク(オートエンコーダー)をトレーニングして、送信する信号を次の項目に基づいて変更できるようにすることです。

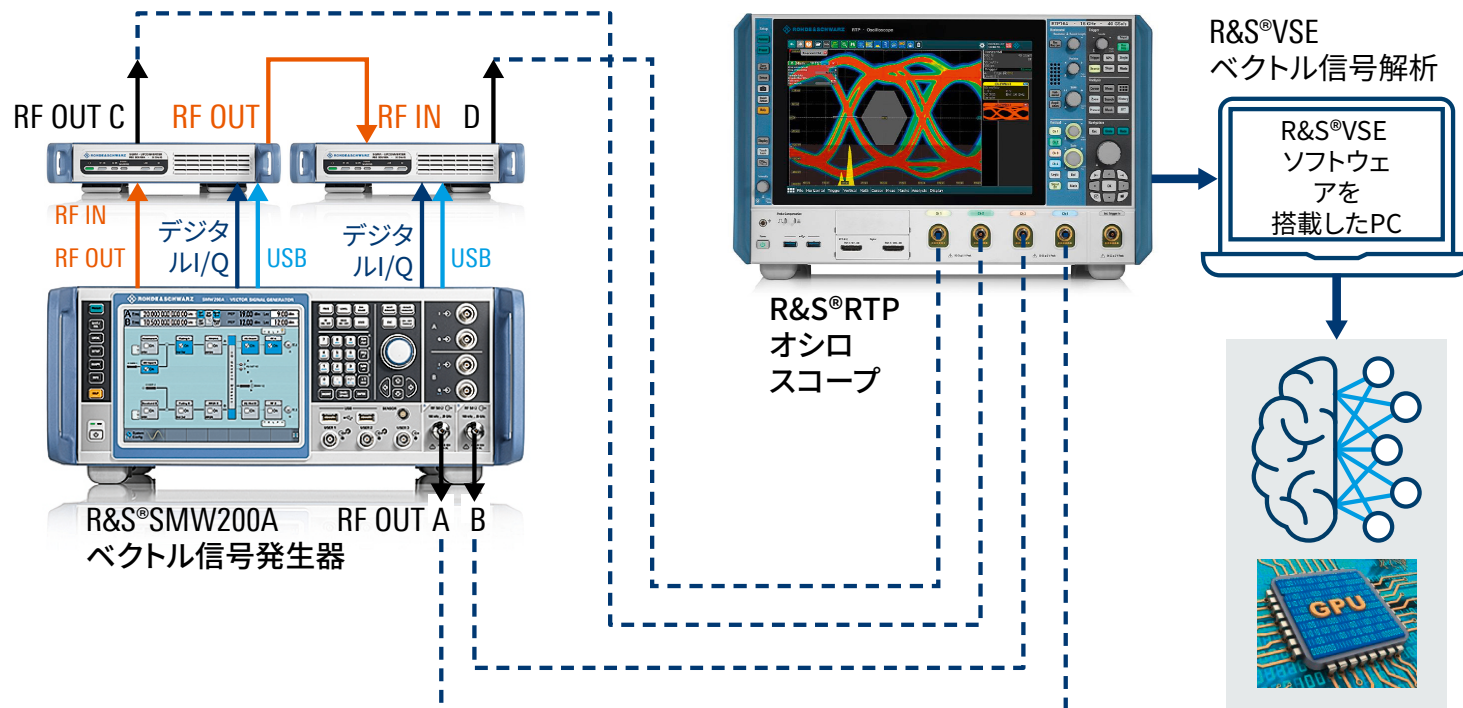
- ▶ アプリケーション
- ▶ 学習したモバイル無線チャネル特性
- ▶ 信号処理チェーン内の不完全性
- ▶ トランシーバーアーキテクチャーによって誘発されるアナログおよびデジタル信号劣化

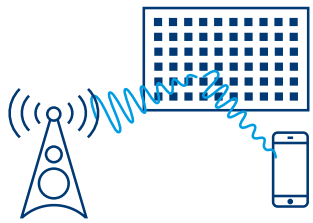
現在の研究は、初期の課題の解決を目的としています。これらの課題とは、オートエンコーダーのトレーニングに必要なデータセットの取得、マルチベンダーセルラーネットワークでこのアプローチがどのように機能するか、トランスミッターとレシーバー間でやり取りするその他のオーバーヘッド情報の作成、そのコンセプトの拡張性などですが、さらに多くの課題が存在します。



AI/MLのテストに必要なものは？

R&S®SMW200A ベクトル信号発生器などの電子計測器、R&S®RTP オシロスコープ、R&S®VSE ベクトル信号解析ソフトウェアを使用すると、チャンネル予測およびチャネルイコライゼーションアルゴリズムといったタスクの機械学習モデルをトレーニングするために、データセットを生成できます。





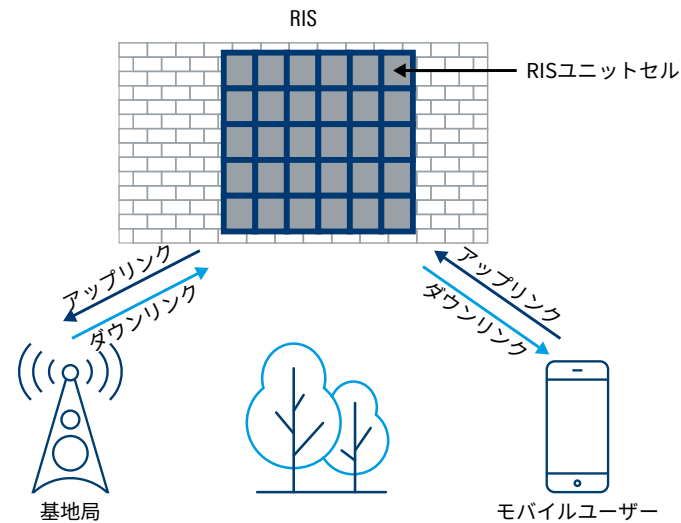
再構成可能なインテリジェントサーフェス (RIS) – 単なるサイエンスフィクションを超えるか？

第6世代モバイル通信などの将来の無線通信システムにもたらすかもしれない技術的な利点から、学术界と産業界におけるRISテクノロジーへの注目はますます高まっています。このテクノロジーは、無線伝搬チャネルを通過する電磁波を制御する手段として有望であり、そのために自然界にはない特性を持つメタマテリアルを使用します。サイエンスフィクションのように聞こえますが、そうではありません。

これまでの、トランシーバーのアーキテクチャーを簡素化し、サービス品質を向上させるために、無線伝搬環境の暗黙的なランダムネスが利用されてきました。これは主に、空間変調やビームフォーミングなど、MIMOアーキテクチャーに基づく伝送方式を用いて実現されています。再構成可能なインテリジェントサーフェスならではの特徴は、ネットワークプロバイダーがランダムな無線環境を制御できることにあります。

RISのこの特徴を実現する鍵は、その素材であるメタマテリアルです。このメタマテリアルによって、マイクロ波から可視光までの電磁 (EM) 波の反射をサーフェスで制御することができます。さらに、サブ波長ユニットセルの明示的な制御が可能になるため、メタマテリアルはプログラマブルになり、再構成が可能になります。プログラマブルなメタマテリアルは、簡単なソフトウェア指令で選択または結合可能な複数のEM機能をホストできるだけでなく、環境への適応や他のメタマテリアルとの通信も可能なため、センシング、イメージング、または通信アプリケーションを無数に実現できます。サブ波長規模でのインピーダンス操作によって実現されるこうした前例のないEM波制御により、メタマテリアルは、イメージング、レーダー、スペクトラム全体での無線通信といった分野で大きな突破口を開きました。

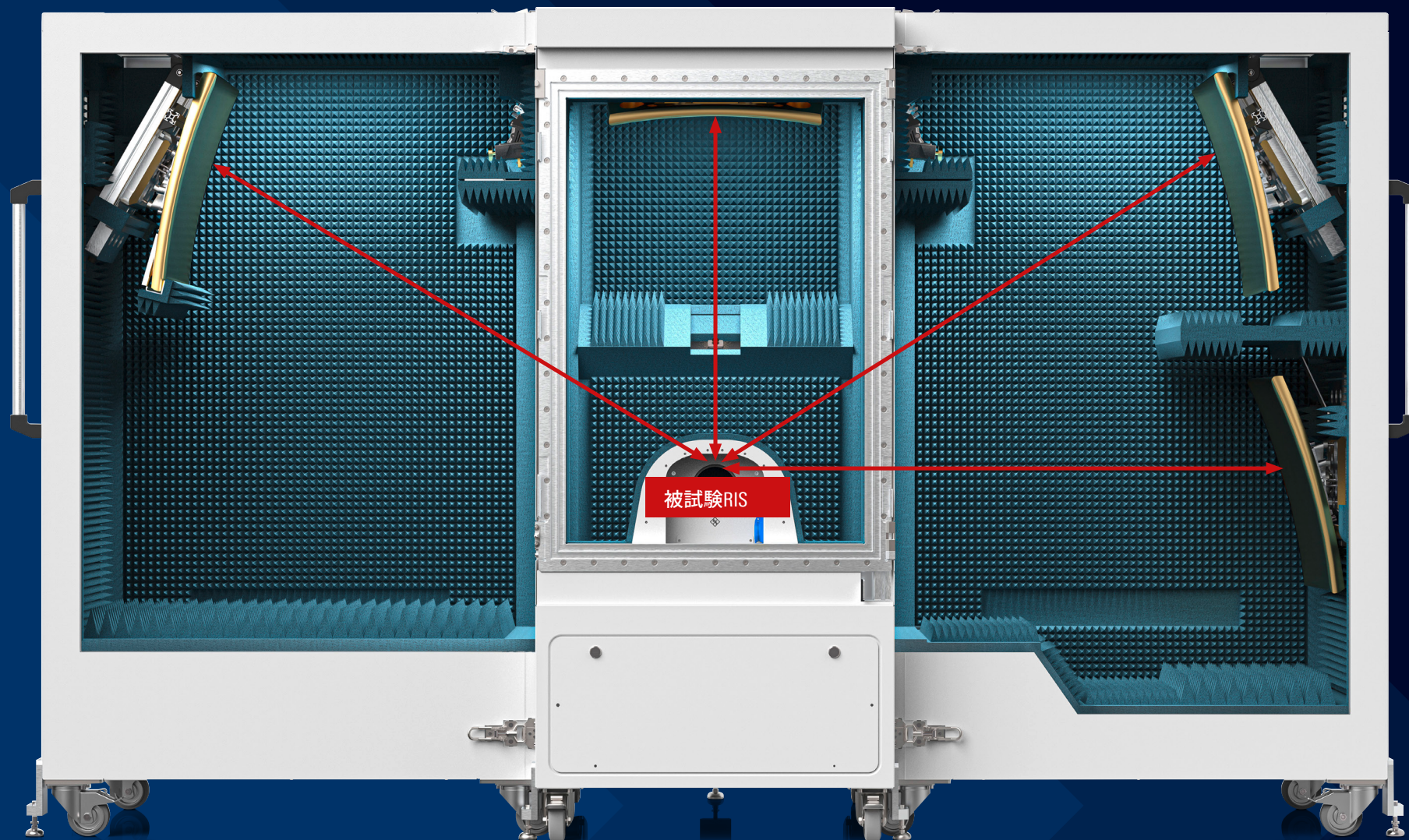
再構成可能なインテリジェントサーフェス



RISのテストに必要なものは？

このテスト環境は、被試験RISモジュールに別々の入射角で照射し、反射信号を複数の角度で同時に測定します。さらに、ターンテーブルによって、入射角と測定角度を迅速かつ高精度に調整することができます。

R&S®ATS1800M 電波暗室に基づく柔軟なOTAテスト環境で、RISモジュールテストを実現





6G – そこに光はあるか？

フォトニクスは、可視光通信 (VLC) などの通信だけでなく、ネットワークアーキテクチャーを転換し、量子通信ネットワークを実現する手段として、将来の6Gネットワークに不可欠な要素となりつつあります。

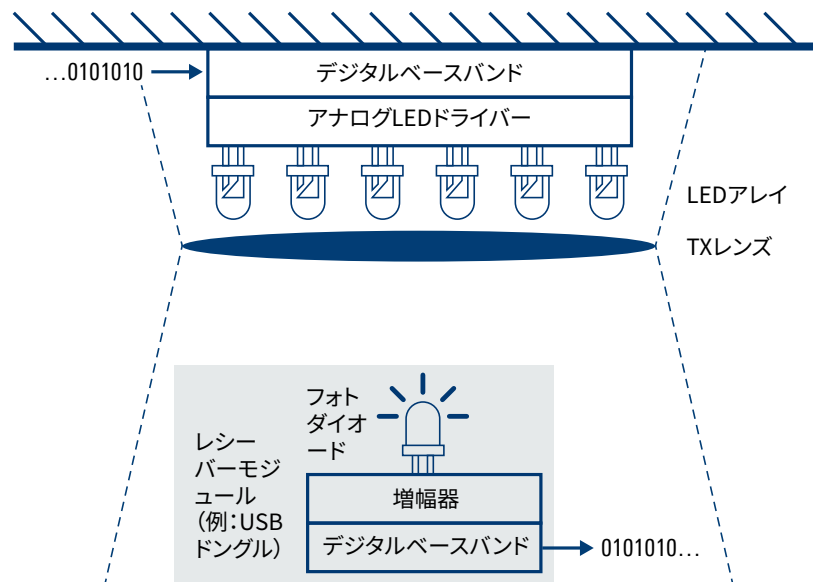
フォトニクステクノロジーは、将来の6Gネットワークの一部として、ますます重要な役割を果たすことが約束されています。データを転送する手段としてだけでなく、次世代無線規格の厳しい要件を満たす代替のアプローチとコンセプトも提供します。

Li-Fi (Light Fidelity) とも呼ばれるVLCでは、照明に使用される市販のLEDの高帯域幅強度変調を用いてデータを送信し、レシーバーとしてフォトダイオードを使用します。コスト効率に優れたこの方法は、既存のインフラに簡単に組み込むことができるため、主に屋内の見通しのきく範囲で使用されます。高速で忠実度が高く、配備コストが少なく済むため、追加容量の要件を満たすための補完的なテクノロジーとして使用されています。無線周波数ベースのアクセスネットワークよりも優れている点は、光の放射が壁を通過しない屋内環境などで、可視波長および赤外波長で約300 THzの免許不要の帯域幅が利用でき、干渉に強く、セキュアな通信が可能なことです。

6Gの厳しいKPIは、モバイルネットワークの将来の伝送ネットワークの進化を推進する要因にもなります。提唱されているオープンなオールフォトニクスネットワーク (APN) を利用すると、効率的なデータ転送と処理が可能になり、大容量、低遅延、低消費電力のインフラを実現できます。例えば、オープンAPNでは、複数のドメイン／階層全体を対象に、任意のユーザー端末またはネットワーク上のポイント間で光パスによるE2Eの直接接続が可能になり、光電変換を最小化して低遅延なサービスを提供できます。光導波路デバイス (フォトニック集積回路 (PIC)) を利用すると、こうしたE2Eのオール光接続を実装するためのルーティングおよび終端機能を実現できます。

量子通信 (および量子ネットワーク) と呼ばれるもう1つのフォトニクステクノロジーは、きわめてセキュアで信頼性の高い通信に必要な信頼性を確保するための1つの手段になる可能性があります。量子通信は、もつれた光子をやり取りすることで、本質的にセキュアな量子鍵配送 (QKD) を実現します。これらのデジタル鍵はその後、従来の暗号化された伝送で使用されます。これらの技術では、光ファイバーを使用して実装や伝送を行います。ただし、人工衛星と地上との間での自由空間QKDもすでに実証済みで、将来の量子通信ネットワークを実現する基礎になる可能性があります。

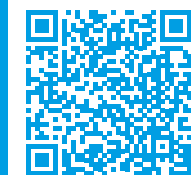
VLCのトランスミッターとレシーバーのコンセプト

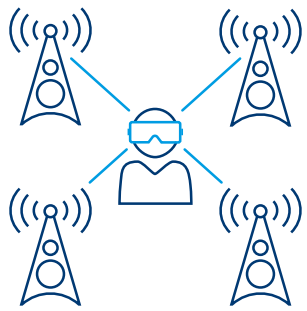


6G無線テクノロジーの詳細については、当社のウェブサイトをご覧ください。



#ThinkSixのビデオシリーズをご視聴ください。





速くて広いだけか？

無線通信では、奇数世代から偶数世代に移行する際、ほぼ毎回アクセス方式と波形が変わっています。6Gは何をもたらずでしょうか。

無線システムの効率的な運用は、波形およびアクセス方式の適切な設計に大きく依存します。OFDMは引き続き6G波形の有力な候補であり、そのためアクセス方式はOFDMAとなりますが、アプリケーション固有の代替波形や統一されたスケーラブルな波形についても検討する必要があります。例えば、通信電波を用いたセンシングの場合、各種スペクトラムレンジ、デバイス特性（位相雑音、パワーアンプ効率など）、システム特性（信号帯域幅など）を検討する必要があります。

ドップラー拡散の大きな高モビリティシナリオに対応したOTFS (Orthogonal Time Frequency Space) 変調など、いくつかの新しい波形の検討も行われています。無線チャネルの柔軟な使用を可能にするには、グラントフリー非直交多元接続 (GF-NOMA) 方式で実現されているように、直交性の制約を緩めることが有益である可能性があります。さらに、THz周波数を使用する将来の機器の電力効率要件を満たすため、シングルキャリアの波形がこれまで以上に支配的な役割を果たす可能性もあります。これらの周波数の伝搬特性は、ホットスポット展開のみを可能にします。そのため、特定の環境の多くのユーザーにサービスを提供する必要はありません。非常に高いピークデータレートを持つ非常に広い帯域幅を使用できることは、複数のユーザーを同時にスケジューリングできない欠点をカバーします。

復調された5G NR FR1 MIMO 4x4と
1024QAM変調を示すR&S®VSE ベクトル
信号解析ソフトウェア

チャネルコード化は伝送エラーを修正するための無線通信の基本要素であり、信頼性の鍵となるものです。同時に、これはベースバンド処理の複雑な部分でもあります。非常に高いスループット、信頼性、低消費電力が求められるため、新しいKPIでは、ターボコード、LDPCコード、ポーラーコードなどの最新のチャネルコード化方式に関する機能強化が必要になります。最終的に、担当の標準化機関である3GPPが、技術的実現可能性に関する議論の後でメンバー企業の意見を検討し、波形、チャネルコード化の方式と原理を含め、6G規格の物理層仕様を適切に定義します。



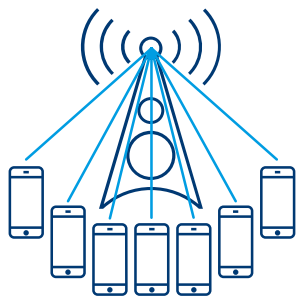
テストに必要なものは？

R&S®CMX500 モバイル通信テスタ

5Gと5G Advancedの機能をサポートする現在のモバイルデバイスには、将来のニーズに対応した設計と、わかりやすく柔軟性のあるウェブベースのユーザーインターフェース、R&S®CMsquaresを備えたR&S®CMX500がプラットフォームとして最適です。6Gの高度なテクノロジーコンポーネントをテストするには、物理層機能を検証するためのモバイル無線テスタと、3GPPの将来の6G RFプロトコルおよび無線リソース管理コンFORMANCE仕様に準拠したテストも必要になります。4G LTEや5G New Radioと同様に、Voice over LTEやVoice over NRなどのエンドツーエンドアプリケーションシナリオのテストと、ネットワークプロバイダー固有のテストケースは、引き続き6G規格でも行われます。



R&S®CMX500 5Gワンボックス・シグナリング・テスタ

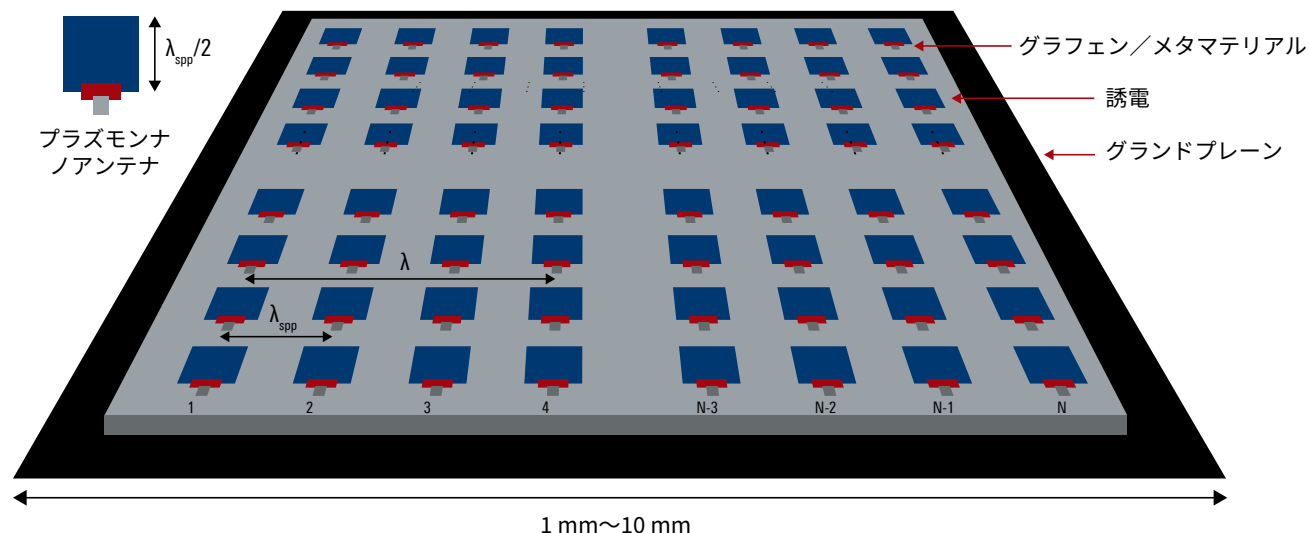


MASSIVE MIMOに「ULTRA (超)」が付加されるのはなぜか？

Ultra-Massive MIMOとは、無線通信テクノロジーの一種であり、基地局に非常に多くのアンテナエレメントが設置されます。

“massive”という語の最上級はどのように表せばよいでしょうか。6Gの場合、“ultra” かもしれませんし、“Giga” という用語を使う人もいるでしょう。Ultra-Massive MIMO、つまりGiga-MIMOは、アンテナエレメントの数がさらに増えることを示します。6Gは最終的に100 GHzを超える周波数をサポートするため、対応する波長はさらに短くなります。そのため、例えばミリ波周波数に使用されるものと同じ開口サイズに、さらに多くのアンテナエレメントを配置できます。(サブ) THzトランシーバーの設計および実装と同様に、この周波数レンジをサポートするアンテナシステムには基本的な課題が存在します。現在、これらの課題を克服するために、プラズモンアンテナなどの新しいアイデアが研究されています。こうしたやや未来的なアプローチが従来の設計手法を上回る性能をもたらし、例えば出力パワーや放熱の制限に関する課題を解決するかどうかは、現在のところ不明です。

一部の研究者は、アンテナエレメントの搭載密度を高め、その結果、例えばTHz周波数でのUltra-Massive MIMOプラットフォームを実現するプラズモンアンテナアレイの使用を提唱

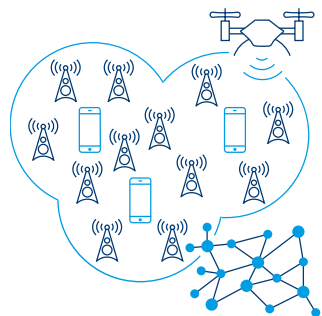


出典:『Intelligent Environments based on Ultra-Massive MIMO Platforms for Wireless Communication in Millimeter Wave and Terahertz Bands』
(<https://www.arxiv-vanity.com/papers/1904.07958/>)

ULTRA-MASSIVE MIMOのテストに必要なものは？

R&S®ATS1000 アンテナテストシステム、R&S®SMW200A ベクトル信号発生器、R&S®FSW シグナル・スペクトラム・アナライザを組み合わせると、エラーベクトル振幅(EVM)測定により、アンテナアレイ構造のピークビーム性能を評価できます。





6Gはネットワークの最終形になるか？

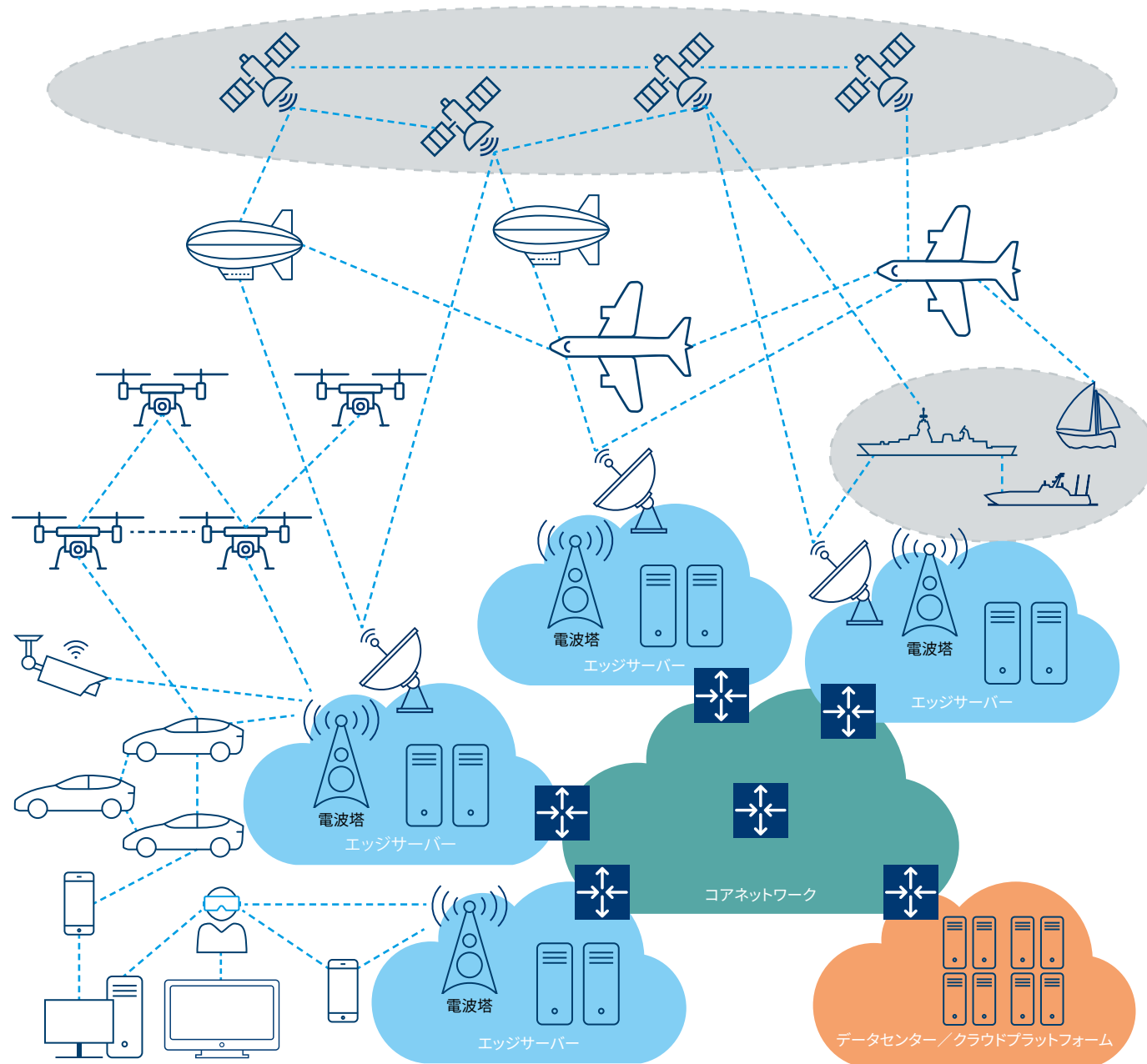
6Gは、新しいアプリケーション手動のアプローチを使用するため、ネットワークアーキテクチャー、ネットワークトポロジ、分散コンピューティングに影響を及ぼし、結果的に「ネットワークのネットワーク」を作り出します。

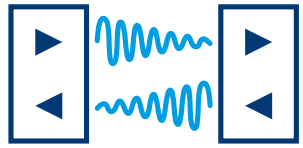
現在のネットワークアーキテクチャーで使用されているセル方式のレイアウトは、セル間の境界での干渉が最小化されるように設計されています。ただし、超高速、大容量（特にアップリンクでは改善が必要）、超高信頼性の通信を実現するには、低損失パスを介して短い距離で通信し、複数の通信パス上で冗長性を増やすのが理想的です。このような空間的に分散配置されたトポロジの1つの可能性として、セルフフリーネットワークがあります。セルフフリーネットワークでは、広い領域に分散配置された複数の基地局がコヒーレントジョイント伝送をコーディネートして各ユーザーにサービスを提供します。この方式はS/N比と利得の向上につながり、さまざまな場所でユーザーが体感する品質の一貫性も向上します。しかし、この方式を実現するには、複雑な計算処理が必要で、基地局間での厳密な同期が求められ、拠点間で大量のデータをやり取りする必要があります。

また、これは処理アーキテクチャーにも影響を与え、情報技術と通信技術のさらなる融合が進みます。つまり、大量のデータの処理が、必ずしもエンドユーザーのデバイスではなく、ネットワーク内のさまざまな場所にあるシステムで行われるようになります。このため、データレートや遅延に関する要件が厳しくなります。処理能力は、デバイスから切り離されたクラウドやエッジネットワークにオフロードすることができます（そのため、安価な端末が利用できるようになります）。

新しいサービスをドローン、航空機、船舶、宇宙ステーション／人工衛星に提供し、離れた地域、海洋、宇宙にカバレッジを展開するには、ネットワークのカバレッジを3次元的に広げ、水平方向だけでなく、垂直方向にも展開する必要があります。こうしたユビキタス通信は、非地上系ネットワーク（NTN）を用いて実現できます。NTNは、ドローン（高度20 kmの成層圏にある高高度プラットフォーム（HAPS））や低軌道（LEO）衛星コンステレーションを空の移動基地局として使用し、統合ネットワークアーキテクチャーを形成します。

真の3次元ネットワークアーキテクチャを実現する6G



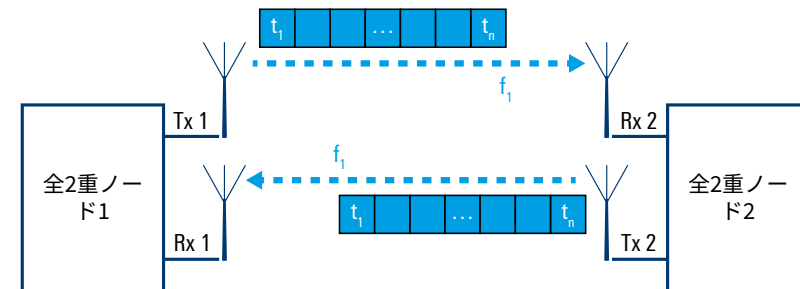


6Gでは送受信を同時に行うことができるか？

全2重通信では、同じ周波数で同時に双方向の伝送が可能であり、直感的にはスペクトラム効率とチャネル使用率が倍になります。

モバイルネットワークは、双方向通信を実現するために、ダウンリンク伝送とアップリンク伝送を時間(時分割デュプレックス、TDD)または周波数(周波数分割デュプレックス、FDD)で分割します。これら2つの方法とは異なり、全2重通信は送信と受信を同じ周波数バンドで同時に行うことにより、スペクトラム効率を倍にします。しかしよく知られたこの方法は、今日のモバイルネットワークでは使用されていません。これは、ノードのトランスミッターが、まさに同じノードにあるレシーバー内で強い自己干渉を誘発するためです。これまでの、この基本的な課題を克服し、自己干渉をノイズフロアレベルにまで抑えるために、RF領域と信号処理領域の自己干渉除去手法を組み合わせる必要がありました。これは実装の難しい複雑なプロセスで、通常は高いコストがかかります。そのため、全2重通信は実用的ではなく非効率だと結論付けられ、長い間、主に研究者の関心の的になるだけの存在でした。しかし自己干渉除去に適用できる機械学習が進化し、最新の研究では、全2重通信を手頃なコストで実現できる有望な結果が示されています。そのため、全2重通信は、将来の6G無線通信システムのテクノロジーコンポーネントとして、期待できる存在になりました。

ポイントツーポイントシナリオでの全2重無線通信方式。2つのノードが同じ周波数で通信し、タイムスロットは双方向で完全に占有される



出典:『Full-Duplex: Wireless Communication Systems』

(https://www.researchgate.net/publication/285542929_Full-Duplex_Wireless_Communication_Systems)

全2重通信のテストに必要なものは？



**R&S®SMW200A ベクトル信号発生器
およびR&S®FSW シグナル・スペクトラム・アナライザ**

R&S®SMW200A ベクトル信号発生器とR&S®FSW シグナル・スペクトラム・アナライザを使用すると、自己干渉のレベルをテストでき、自己干渉除去アルゴリズムの検証に役立ちます。

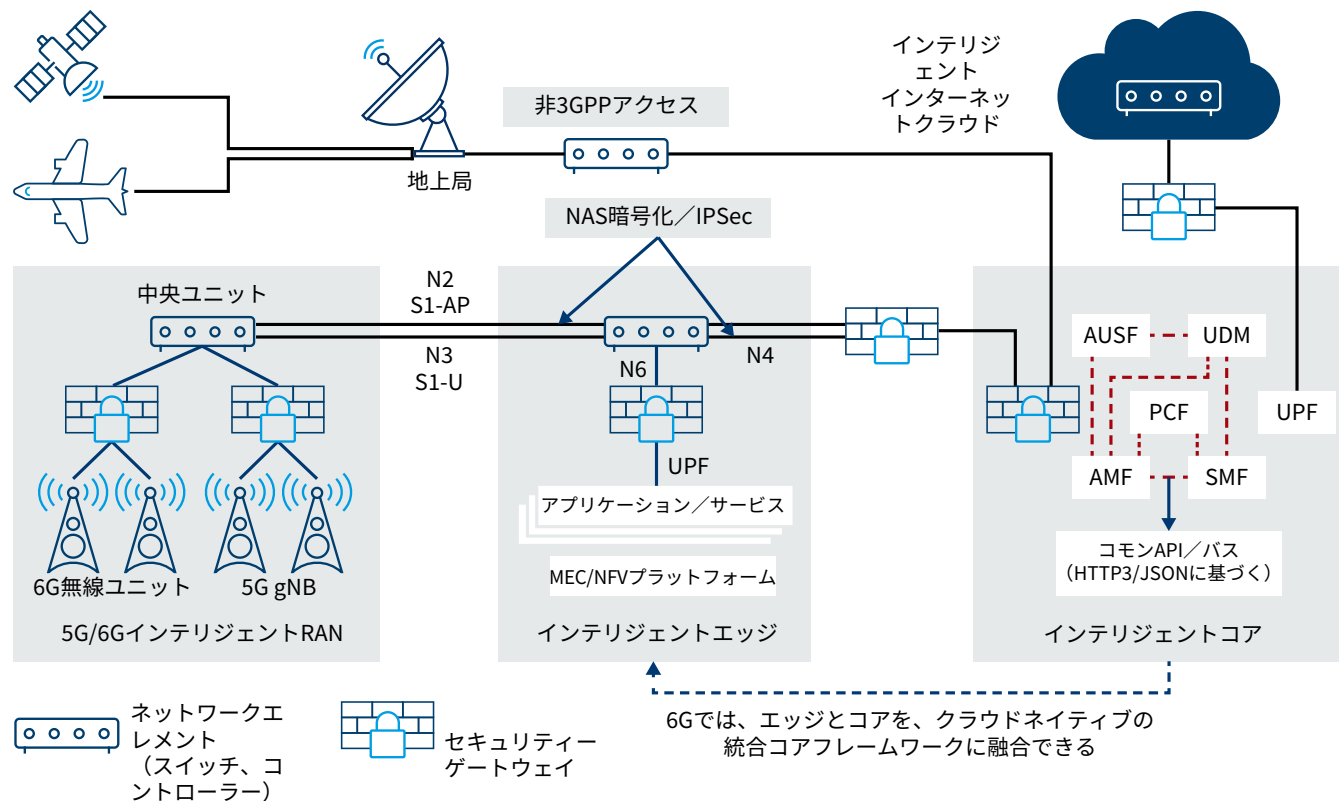


セキュリティと信頼性： 機密情報は安全か？

ユビキタスかつ包括的なシステム環境で信頼、セキュリティ、完全性、プライバシーを実現するために、6Gには高い信頼性が強く求められます。

6Gネットワークには、常に信頼性とセキュリティが必要です。しかし、セキュリティとプライバシーを維持する上で、デバイスとオープンネットワークノードの密度と量が大きな課題となっています。これらの課題を克服するために、人工知能と機械学習は、ネットワークのオーケストレーションとサービスを管理する新しい方法を提供するだけでなく、セキュリティゲートウェイとネットワークエンドポイントを保護します。ディープパケットインスペクション (DPI) エンジン、R&S[®]vPACE およびR&S[®]vPACE 2では、動作、統計、ヒューリスティックによる手法と、機械学習およびディープラーニング (ML/DL) アルゴリズムが統合されています。どちらの製品も、各ネットワークフローのプロトコル、アプリケーション、サービスタイプを、暗号化、難読化、匿名化に関係なく、リアルタイムで完全に可視化できます。R&S[®]vPACEはクラウドコンピューティング環境専用であり、ベクトル対応のAPIを備え、1パケットあたりのCPUサイクル数を改善します。そのため、6Gで予想されるトラフィックの急増に対応できます。

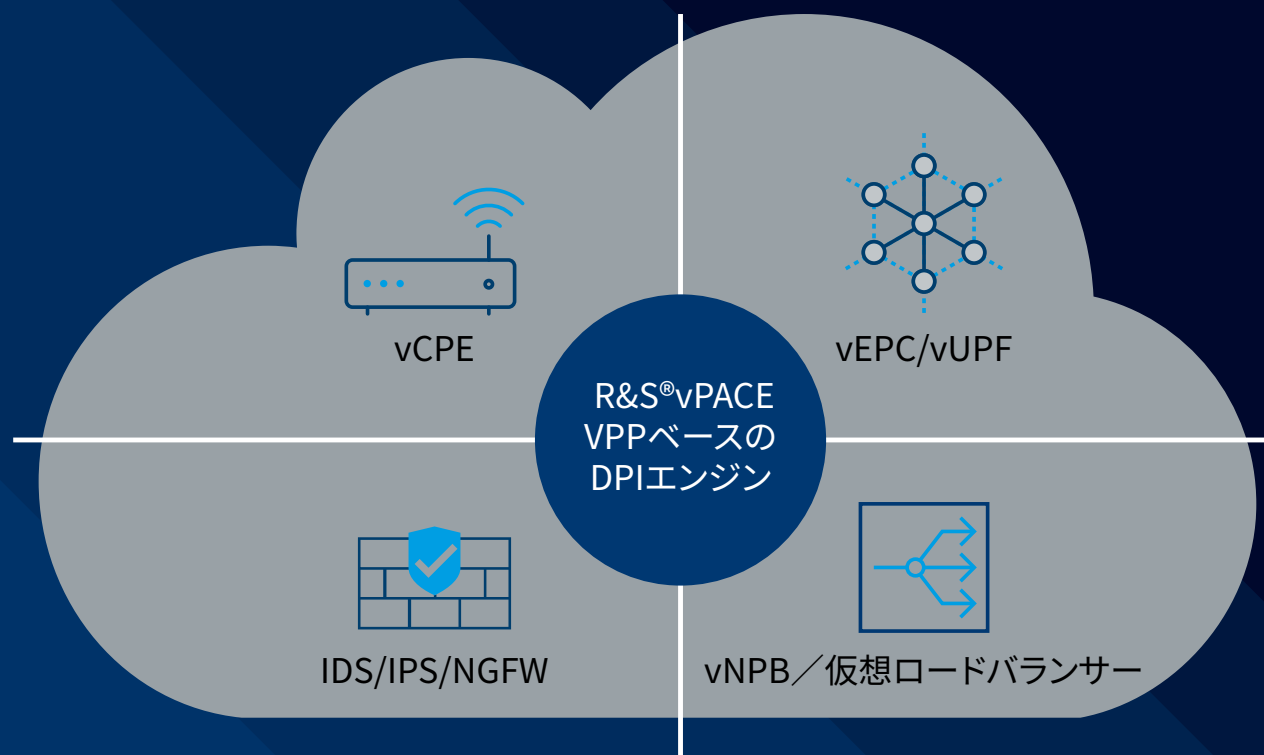
RAN／コアモバイルネットワークに存在するセキュリティエンドポイント



出典：『Security and privacy for 6G: A survey on prospective technologies and challenges.』
(<https://arxiv.org/pdf/2108.11861.pdf>)

6Gセキュリティのテストに必要なものは？

6Gネットワークのセキュリティと接続性を維持するには、ゲートウェイ、ファイアウォール、侵入検知システムといったセキュリティソリューションのトラフィック検知能力を大幅にアップグレードする必要があります。ipoque GmbHのDPIエンジン、R&S®vPACEおよびR&S®PACE 2は、高度機械学習 (ML) およびディープラーニング (DL) 手法を基盤とする次世代ディープパケットインスペクションを提供し、こうした能力強化の中心的なコンポーネントとなります。



ローデ・シュワルツ

ローデ・シュワルツはテクノロジーグループとして、電子計測、テクノロジーシステム、ネットワーク／サイバーセキュリティの分野の最先端ソリューションを提供することで、安全でつながり合った世界の実現を先導する役割を果たしています。創業から85年を超えるこのグループは、全世界の産業界と政府機関のお客様にとっての信頼できるパートナーです。本社をドイツのミュンヘンに構え、独立した企業として、70か国以上で独自の販売／サービスネットワークを展開しています。

www.rohde-schwarz.com/jp

ローデ・シュワルツ カスタマーサポート

www.rohde-schwarz.com/support



R&S® は、ドイツRohde & Schwarz の商標または登録商標です。
掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。
PD 3683.8996.96 | Version 01.00 | 10月 2023 (mt)
6G無線通信を成功に導く10大要素
おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。
あらかじめご了承ください。

